

SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARTATUS

Patent Number: JP7130830
Publication date: 1995-05-19
Inventor(s): SHIROSAKI TOMOHIDE; others: 04
Applicant(s): SONY CORP
Requested Patent: ☐ JP7130830
Application JP19930300971 19931105
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/68; H01L21/205;
EC Classification:
Equivalents: JP3297771B2

Abstract

PURPOSE:To control temperature efficiently in a broad range from the extremely low temperature to the high temperature for a wafer and to apply a high frequency uniformly on the entire surface of the wafer.
CONSTITUTION:A mounting stage 10 comprises a temperature control cell 20, which has a hollow chamber 21 wherein refrigerant is introduced into the inside and whose upper surface is formed in the opened state, and an electrostatic chuck 11, which is arranged at the upper part of the temperature control cell 20 and electrostatically grasps a wafer S. In the electrostatic chuck 11, a high- frequency applying electrode heater 13 and a flat plate electrode 12 for electrostatic chucking are sequentially laminated through an insulator 15. The entire body is covered with the insulator 15. The chuck is arranged so that the lower surface closes an opening 26 of the upper surface of the temperature control cell 20.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-130830

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) IntCl.⁶

H 0 1 L 21/68
21/205
21/3065

識別記号
R

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/ 302

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-300971

(22) 出願日 平成5年(1993)11月5日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 城崎 友秀

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 菊地 一夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 平野 信介

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

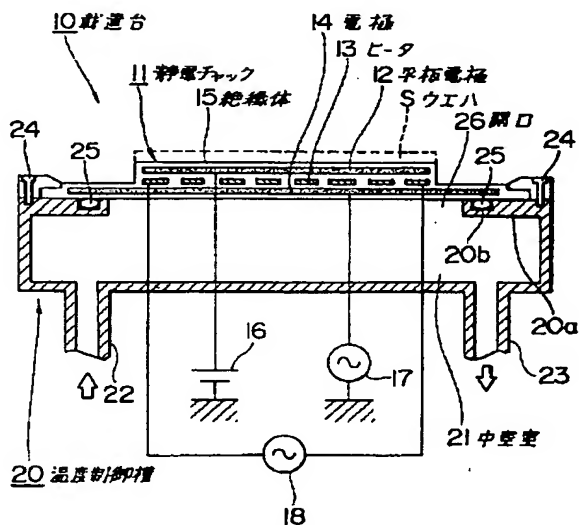
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置

(57) 【要約】

【目的】 ウエハを極低温から高温までの広範囲で効率良く温度制御することができ、かつウエハ全面に均一に高周波を印加することができるようにする。

【構成】 内部には冷媒が導入される中空室21を有し、かつ上面が開口状態に形成されている温度制御槽20と、温度制御槽20の上部に配置されかつウエハSを静電吸着するための静電チャック11とからなる載置台10を備え、静電チャック11は、高周波印加用の電極14とヒータ13と静電吸着用の平板電極12とが絶縁体15を介して順次積層されると共にこれら全体が絶縁体15で被覆されてなり、かつ下面が温度制御槽20の上面の開口26を塞ぐ状態に配置されるようにする。



第1の発明の一例の要部断面図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部には冷媒が導入される中空室を有しかつ上面が開口状に形成されてなる温度制御槽と、該温度制御槽の上部に配置されかつウエハを静電吸着するための静電チャックとからなる載置台を備え、前記静電チャックは、高周波印加用の電極とヒータと静電吸着用の平板電極とが絶縁体を介して順次積層されると共にこれら全体が前記絶縁体で被覆されてなり、かつ下面が前記温度制御槽の上面の開口を塞ぐ状態に配置されることを特徴とする半導体製造装置。

【請求項2】 内部には冷媒が導入される中空室を有する下部槽と、該下部槽の上部に配置されると共に内部に中空室を有しかつ上面が開口状に形成されてなる上部槽とで構成される温度制御槽と、該温度制御槽の上部に配置されかつウエハを静電吸着するための静電チャックとからなる載置台を備え、前記静電チャックは、高周波印加用の電極とヒータと静電吸着用の平板電極とが絶縁体を介して順次積層されると共にこれら全体が前記絶縁体で被覆されてなり、かつ下面が前記上部槽の上面の開口を塞ぐ状態で配置されることを特徴とする半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、静電吸着によってウエハを固定する載置台を備えたドライエッチング装置やプラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)装置等の半導体製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、ウエハ上に形成される素子が高度に微細化されるに伴い、ドライエッチングやプラズマCVD等の微細加工技術の分野においては、ウエハの温度を高精度に制御することが求められている。例えばドライエッチングの分野で最近注目を集めている低温エッチングでは、低温に温度制御されている載置台にウエハを密着させて、ウエハを低温に保持する技術が重要となっている。このため最近では載置台として、ウエハとの密着性が良くウエハを効率良く温度制御できる、静電吸着を利用した所謂静電チャックを用いた載置台が盛んに使用されている。

【0003】 図4は従来の静電チャックを用いた載置台の一例であり、ウエハSを載置した状態を示してある。図示したように載置台50は、例えば温度制御槽57と、温度制御槽57の上部に固着された静電チャック51とで構成されている。

【0004】 温度制御槽57は、その内部に冷媒が導入される中空室58を有しており、この中空室58に連通する状態で冷媒の導入管59と排出管60とが接続されている。また温度制御槽57は導電材料で形成されていると共に高周波電源61が接続され、この載置台50を備えた半導体製造装置において、例えばプラズマを励起

し制御するための電極ともなっている。

【0005】 一方、静電チャック51は、ヒータ53の上方に絶縁体54を介して静電吸着用の平板電極52を配置し、これら全体をさらに絶縁体54で被覆してなる。この平板電極52には、後述する如く絶縁体54に誘電分極現象を誘起するための直流電源55が接続され、またヒータ53には交流電源56が接続されている。

【0006】 なお、静電チャック51の上面にはN₂ガス等の不活性ガスの吹き出し溝(図せず)が形成されている。この吹き出し溝は、温度制御槽57によって温度制御されている載置台50と、後述する如く載置台50の静電チャック51に静電吸着されたウエハSとの熱伝導率を高めるために設けられるものであり、吹き出し溝を介してウエハSの裏面側に不活性ガスが供給されるようになっている。

【0007】 上記静電チャック51においては、直流電源55より平板電極52に電圧が印加されると、それによって生じる電位差によって絶縁体54に誘電分極現象が起こる。そして、平板電極52上と異符号の電荷が絶縁体54の上面に励起され、絶縁体54の上面に載置されたウエハSとの間で静電気力が生じてウエハSが吸着保持される。

【0008】 従来ではこのような静電チャック51は、図示したようにネジ62によってあるいは図示しないがシリコン系等の接着剤で温度制御槽57に固定される。そして、静電チャック51に保持されたウエハSは、中空室58内の冷媒と又はヒータ53と、静電チャック51を介して熱交換を行うことにより温度制御される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、静電チャック51と温度制御槽57との固定にシリコン系等の接着剤を用いた場合には、接着剤が耐えうる温度範囲が狭いため、ウエハSを極低温から高温までの広範囲に温度制御することができないという欠点があった。また載置台50によるウエハSの温度制御は真空中で行われるので、図4に示したように温度制御槽57と静電チャック51とをネジ62によって固定しても、温度制御槽57の上面と静電チャック51の下面との間が真空断熱されてしまつてその部分で良好な熱伝導がなされなかった。

【0010】 図5は図4の載置台50を備えた半導体装置内を真空とし、温度制御槽57の中空室58内に-120℃の冷媒を循環させたときのウエハSの冷却状態を測定した結果を示したものである。図中□は冷媒の排出管60の入口における温度、△は静電チャック51の温度、またはウエハSの温度を示している。

【0011】 図から静電チャック51の温度と排出管60の入口の温度との間には、冷媒の循環を開始してから40分を経過した後も大きな隔たりがあり、温度制御槽57と静電チャック51との間で良好な熱伝導がなされ

ていないことがわかる。それに伴って載置台50に載置されたウエハSも、裏面にN₂ガスが供給され、静電吸着された後も効率良く冷却されていない。このように、上記した載置台50では温度制御槽57の上面と静電チャック51の下面との間は真空断熱により良好な熱伝導がなされないため、ウエハSが効率良く温度制御されないという問題が生じていた。

【0012】さらに従来の載置台50においては、半導体製造装置の電極でもある温度制御槽57が、全体が絶縁体54で被覆された静電チャック51の下部に配置されているので、温度制御槽57からの高周波が絶縁体54に大きく影響されてウエハS全面に均一に印加されなかった。このため、ウエハSを例えばプラズマエッチングする場合にウエハS全面に均一にプラズマが発生せず、プラズマの少ないところでエッチング速度が低下してしまうという問題も生じていた。

【0013】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、ウエハを極低温から高温までの広範囲で効率良く温度制御することができ、かつウエハ全面に均一に高周波を印加することができる載置台を備えた半導体製造装置を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために第1の発明は、内部には冷媒が導入される中空室を有しかつ上面が開口状に形成されてなる温度制御槽と、該温度制御槽の上部に配置されかつウエハを静電吸着するための静電チャックとからなる載置台を備え、前記静電チャックは、高周波印加用の電極とヒータと静電吸着用の平板電極とが絶縁体を介して順次積層されると共にこれら全体が前記絶縁体で被覆されてなり、かつ下面が前記温度制御槽の上面の開口を塞ぐ状態に配置されるようにしたもののである。

【0015】また第2の発明は、内部には冷媒が導入される中空室を有する下部槽と、該下部槽の上部に配置されると共に内部に中空室を有しかつ上面が開口状に形成されてなる上部槽とで構成される温度制御槽と、該温度制御槽の上部に配置されかつウエハを静電吸着するための静電チャックとからなる載置台を備え、前記静電チャックは、高周波印加用の電極とヒータと静電吸着用の平板電極とが絶縁体を介して順次積層されると共にこれら全体が前記絶縁体で被覆されてなり、かつ下面が前記上部槽の上面の開口を塞ぐ状態で配置されるようにしたもののである。

【0016】

【作用】第1の発明によれば、静電チャック内のヒータの熱が載置台に静電吸着されたウエハに効率良く伝わる。また前記静電チャックの下面は、温度制御槽の中空室内に導入される冷媒に直接接触することとなるので、該冷媒と前記ウエハとの熱交換が極めて効率良く行われる。さらに高周波印加用の電極が前記静電チャック内に

設けられ、前記ウエハに近い位置に配置されているので、該ウエハ全面に均一に高周波が印加される。

【0017】また第2の発明によれば、静電吸着されたウエハを高温処理する際には、上部槽によって下部槽内の冷媒の温度が前記静電チャックに直接伝わらないので、前記ウエハとヒータとの熱交換が安定して行われる。また前記ウエハを低温処理する際には、前記下部槽によって冷却された前記上部槽の中空室内の冷媒に、前記静電チャックの下面が直接接接触することとなるので、前記ウエハは極めて効率良く冷却される。

【0018】

【実施例】以下、本発明に係る半導体製造装置の実施例を図面に基づいて説明する。図1は第1の発明の半導体製造装置の一例の要部断面図であり、載置台を示したものである。図示したようにこの載置台10は、温度制御槽20と、温度制御槽20の上部に配置された静電チャック11とで構成されている。温度制御槽20は例えば円板状をなし、内部に中空室21を有している。

【0019】また温度制御槽20は、その上部周縁から内向きにフランジ20aが延設されており、フランジ20aを除いて温度制御槽20の上面は開口している。なお、フランジ20aの上面には凹部20bが設けられており、凹部20b内には後述する如く静電チャック11との密着度を高めるためのガスケット25が嵌め込まれている。また温度制御槽20には、上記中空室21に連通する状態で冷媒の導入管22と排出管23とが接続されており、冷媒が導入管22、中空室21及び排出管23を通過して循環するようになっている。

【0020】一方、静電チャック11は、後述する絶縁体15によって、例えば温度制御槽20より若干小さい径の円板上にそれより小さい径の円板を連設した形状に形成されている。すなわち静電チャック11は、高周波印加用の電極14とヒータ13と静電吸着用の平板電極12とを絶縁体15を介して順次積層すると共に、これら全体を絶縁体15で被覆することによって構成される。

【0021】図1では、例えば高周波印加用の電極14をヒータ13及び静電吸着用の平板電極12より広範囲に設けた場合を示している。したがって、この実施例においてはこれら電極14、ヒータ13及び平板電極12の積層体全体を被覆する絶縁体15によって、静電チャック11は例えば大小の円板を連設した形状に形成されている。

【0022】これら電極14、ヒータ13及び平板電極12は例えば印刷等によって設けられ、この実施例においてヒータ13は例えば渦巻き状にパターン形成される。また、平板電極12には絶縁体15に誘電分極現象を誘起するための直流電源16が、ヒータ13には交流電源18が、電極14には高周波電源17がそれぞれ接続されている。

【0023】なお、絶縁体15の上面には、図示しないN₂ガス等の不活性ガスの吹き出し溝が形成されており、吹き出し溝には例えばその略中心箇所に、図示しない不活性ガスの供給管が載置台40の下方から接続されている。すなわち、不活性ガスの供給管は温度制御槽20とその上部に配置された静電チャック11とを貫通する状態で吹き出し溝に接続されている。

【0024】このような静電チャック11は、その下面が温度制御槽20の上面の開口26を塞ぐ状態で配置される。そして、この状態で静電チャック11の周縁が温度制御槽20にネジ24止めされて、静電チャック11は温度制御槽20の上部に固定される。またこの際、フランジ20aの凹部20bに嵌め込まれたガasket25によって、静電チャック11は温度制御槽20に密着度が高められた状態で取り付けられる。

【0025】上記の如く構成された載置台10においては、載置台10の上面にウエハSを載置して直流電源16より平板電極12に電圧を印加すると、それにより生じる電位差によって絶縁体15に誘電分極現象が起こる。そして、平板電極12上と異符号の電荷が絶縁体15の上面に励起され、ウエハSとの間で静電気力が生じてウエハSが吸着保持される。

【0026】また高周波印加用の電極14は静電チャック11の絶縁体15内に設けられており、ウエハSに近い位置に配置されている。そのため高周波電源17より電極14に高周波電圧を印加すると、高周波は絶縁体15にあまり影響されずにウエハS全面に伝達される。つまり絶縁体15による影響が少なくて済み、ウエハS全面に均一に高周波が印加される。その結果、ウエハS全面に対して均一にプラズマが発生することとなる。

【0027】さらにヒータ13も静電チャック11の絶縁体15内に設けられており、ウエハSに近い位置に配置されている。このため、ヒータ13に交流電源18より電流を流すと、ヒータ13とウエハSとの間で熱交換が速やかに行われ、ウエハSは所定の温度に即座に加熱される。

【0028】また、静電チャック11はその下面が温度制御槽20の上面の開口26を塞ぐ状態で配置されるので、中空室21内を冷媒を循環させると、静電チャック11の下面にその冷媒が直接接触する。つまり、静電チャック11自体が直接冷却されることとなるので、静電吸着されたウエハSと冷媒との熱交換が速やかに行われ、ウエハSは所定の温度に極めて効率良く冷却される。さらにウエハSの冷却効率が向上することから、高周波印加用の電極14に高周波電圧を印加してプラズマを発生させた際のウエハSの温度上昇も最小限にとどめられる。

【0029】したがってこの実施例によれば、載置台10に吸着保持されたウエハSを極低温から高温までの広い温度範囲で極めて効率良く温度制御することができ

る。なお、この実施例においては静電チャック11と温度制御槽20との固定に耐久温度範囲の狭い接着剤を用いていないので、このことによってもウエハSの広い温度範囲での温度制御が可能となる。しかもこの実施例では、ウエハS全面に対して均一にプラズマを発生させることができるので、均一なエッチングを実現することができる。

【0030】図2、図3はそれぞれ、第2の発明の半導体製造装置の一例を示した要部断面図、要部破断図である。この実施例において、上記実施例と相異なるのは温度制御槽31が、上下2層からなっている点と、静電チャック41のヒータ43が複数の回路パターンに分割されている点である。すなわち、温度制御槽31は例えば円板状をなし、下部槽32とその上に形成された上部槽36から構成されている。

【0031】下部槽32は中空室33を有しており、この中空室33に連通する状態で冷媒の導入管34と排出管35とが接続されている。つまり、下部槽32は上記した実施例の温度制御槽20と略同様に、冷媒が導入管34、中空室33及び排出管35を通過して循環するようになっている。

【0032】上部槽36は、その下面が下部槽32の上面と共有する形で下部槽32上に形成されている。この上部槽36も内部に中空室37を有しており、その上部周縁から内向きにフランジ36aが延設されている。そして、フランジ36aを除いて上部槽36の上面は開口している。すなわち温度制御槽31の上面は開口状態に形成されている。なお、フランジ36aの上面には凹部36bが設けられており、凹部36b内には上記実施例と同様にガasket25が嵌め込まれている。またこの上部槽36には、中空室37に連通する状態で冷媒の送出管38と取出管39とが接続されており、さらに上部槽36には中空室37を真空排気するための図示しない排気機構が設けられている。

【0033】一方、静電チャック41は、ヒータ43除いて上記実施例と同様に構成されている。すなわち、高周波印加用の電極14上に絶縁体15を介して積層されたヒータ43は複数のパターンに分割され、各ヒータ43のパターンにはそれぞれ交流電源18が接続されている。図2では、ヒータ43は例えば2つのパターンに形成された場合を示している。なお図3では、高周波印加用の電極14に接続される高周波電源17、ヒータ43に接続される交流電源18及び静電吸着用の平板電極12に接続される直流電源16を省略している。

【0034】このような静電チャック41は、その下面が上部槽36の上面の開口40を塞ぐ状態で配置される。そして、この状態で静電チャック41の周縁が温度制御槽31にネジ24止めされて、静電チャック41は温度制御槽31の上部に固定される。またこの際、フランジ20aの凹部20bに嵌め込まれたガasket25

によって、静電チャック41は温度制御槽31に密着度が高められた状態で取り付けられる。

【0035】上記の如く構成された載置台30においては、載置台30の上面に吸着保持されたウエハSを低温で処理する場合、上部槽36の送出管38から中空室37に冷媒が導入される。この冷媒は熱伝導の良いものが用いられ、例えば不凍液等が使用される。なお下部槽32には、上記実施例の温度制御槽20の中空室21内に導入する冷媒が常時循環する。

【0036】上記したように、静電チャック41はその下面が上部槽36の上面の開口40を塞ぐ状態で配置されるので、上部槽36の中空室37に冷媒が導入されると、静電チャック41の下面にその冷媒が直接接触する。上部槽36内の冷媒は、下部槽32内の冷媒によって略同程度に冷却されており、したがって静電チャック41自体が上部槽36内の冷媒によって直接冷却される。このため、静電吸着されたウエハSと下部槽32内の冷媒との熱交換が上部槽36の冷媒を介して速やかに行われ、ウエハSは所定の温度に極めて効率良く冷却される。

【0037】また載置台30の上面に吸着保持されたウエハSを高温で処理する場合、上部槽36の取出管39から中空室37の冷媒が排出される。そして排気機構によって、中空室37が真空排気される。なお、このときも下部槽32には冷媒が常時循環されている。そして中空室37を真空とした状態でヒータ43に交流電源18から電流を通流させてヒータ43を所定の温度まで発熱させる。

【0038】この場合、静電チャック41と下部槽32との間に真空状態の中空室37が介在することとなり、静電チャック41と下部槽32とが真空断熱される。その結果、下部槽32の中空室33内を循環している冷媒の温度が静電チャック41に伝わらず、ヒータ43の熱が下部槽32内の冷媒の温度に影響されずに載置台30上のウエハSに安定して伝わる。また、静電チャック41と下部槽32とが真空断熱されることにより、ヒータ43の熱が下部槽32内の冷媒に伝わらず加熱されないため、加熱による冷媒の変質や、冷媒が気化することによる冷媒循環路内での圧力の変動が防止される。

【0039】したがってこの実施例においても、載置台30に吸着保持されたウエハSを極低温から高温までの広い温度範囲で極めて効率良く温度制御することができる。しかも、下部槽32内を循環する冷媒を供給する冷凍機の負担を軽減することが可能となる。

【0040】またこの実施例では、静電チャック41内に設けられたヒータ43が2つのパターンに分割されているので、例えばウエハSの周縁側と中心とのように部分的にそれぞれ独立して温度制御することができる。したがって、ウエハSをエッチングする場合には温度に依存するエッチング速度を制御することが可能となり、均

一なエッチングを実現することができる。さらにこの実施例においても、上記実施例と同様にウエハS全面に均一に高周波を印加することができるので、ウエハS全面に対してプラズマを均一に発生させることができ、ウエハSに均一に表面処理を施すことが可能となる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように第1の発明においては、高周波印加用の電極とヒータとが静電吸着用の電極とが静電チャック内に積層状態で設けられている。このため、載置台に静電吸着されたウエハ全面に均一に高周波を印加することができると共に、前記ウエハを所定の温度に速やかに加熱することができる。また、前記静電チャックはその下面が温度制御槽内に導入される冷媒に直接接触する状態で配置されるので、該ウエハを所定の温度に極めて効率良く冷却することができる。

【0042】また第2の発明においては、温度制御槽が上部槽と常時冷媒が導入されている下部槽とで構成されている。このため、載置台に静電吸着されたウエハを高温処理する場合は、前記下部槽内の冷媒の温度が前記上部槽によって静電チャックに直接伝わらないので、前記ウエハを前記ヒータによって効率良く加熱することができる。また、前記静電チャックはその下面が前記上部槽の開口を塞ぐ状態で配置されるので、前記ウエハを低温処理する場合は、前記上部槽内に冷媒を充填させることにより、前記ウエハを所定の温度に極めて効率良く冷却することができる。

【0043】したがって本発明によれば、一台の載置台で、ウエハを吸着保持しかつこのウエハを極低温から高温までの広い温度範囲で極めて効率良く温度制御することができ、前記ウエハに均一に表面処理を施すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の半導体製造装置の一例を示した要部断面図である。

【図2】第2の発明の半導体製造装置の一例を示した要部断面図である。

【図3】第2の発明の半導体製造装置の一例を示した破断図である。

【図4】従来の載置台の一例を示した要部断面図である。

【図5】従来の載置台によるウエハの冷却状態を測定した結果を示したグラフである。

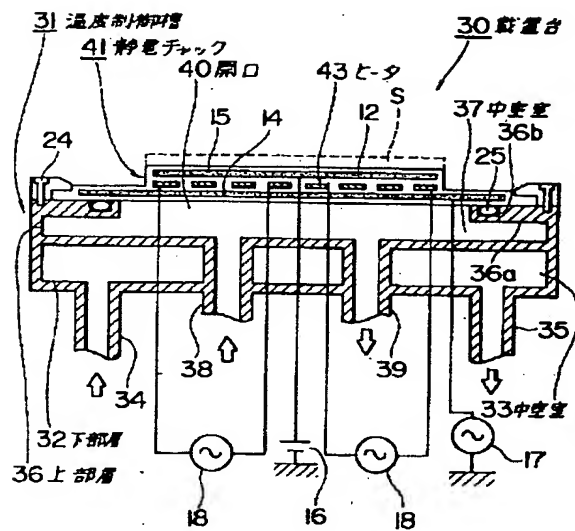
【符号の説明】

10、30 載置台	20、31 温度制御槽
11、41 静電チャック	21、33、37 中空室
12 平板電極	26、40 開口
13、43 ヒータ	32 下部槽

10

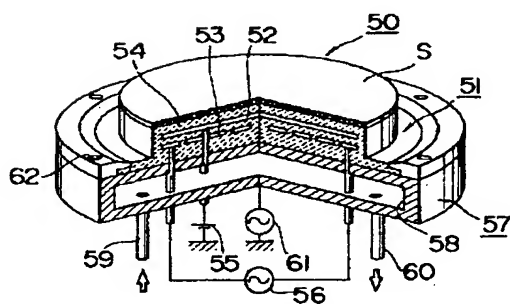
S ウエハ

【図2】



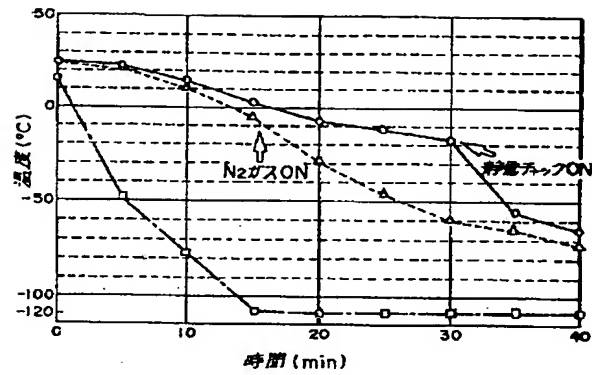
第2の発明の一例の要部断面図

【图4】



従来の設置台の破断図

【図5】



ウエハの冷却状態の測定結果のグラフ

フロントページの続き

(72)発明者 門村 新吾
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 佐藤 淳一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

TEMPERATURE CONTROL EQUIPMENT

Patent Number: JP10284382
Publication date: 1998-10-23
Inventor(s): KITAHASHI MASAMITSU; NISHIZAWA IZUMI; OSAWA AKIHIRO; TOKUNAGA HIROYUKI; KADOTANI KANICHI
Applicant(s): KOMATSU LTD
Requested Patent: ☐ JP10284382
Application Number: JP19970088236 19970407
Priority Number (s):
IPC Classification: H01L21/027; H01L21/68
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly control the temperature of an object whose temperature is to be controlled, by jetting fluid, whose temperature is adjusted to a specified value, against an upper inner wall surface of a fluid jetting chamber arranged in the lower part of a retaining plate.

SOLUTION: A wafer 1 is carried-in and mounted on a pin 3. At this time, high temperature fluid is adjusted at about 120 deg.C with a heater 15, and introduced in a fluid jetting pipe 7 with a pump 17, via a valve 9, a supply path 10 and a throttling 11. The high temperature fluid in the fluid jetting pipe 7 is turned into a jet shape and jetted in a fluid jetting chamber 6 by further interposing a large number of jetting holes of a fluid jetting nozzle 8. The high temperature fluid collides against the lower surface of a pedestal 5 constituting a ceiling of the fluid jetting chamber 6, and increases the coefficient of heat transfer of the lower surface of the pedestal 5, and the temperature of the upper surface of the pedestal 5 is made to approach the temperature of the highly heated fluid. The heat transferred to the pedestal 5 is transferred to the wafer 1 via a Peltier element 4 and a plate 2. Fine temperature control is performed by driving and controlling the Peltier element 4.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284382

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027
21/68

H 0 1 L 21/30
21/68
21/30

5 0 2 H
N
5 6 6
5 7 1

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-88236

(22) 出願日 平成9年(1997)4月7日

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所
東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 北橋 正光

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 西澤 泉

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 大沢 昭浩

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(74) 代理人 弁理士 木村 高久

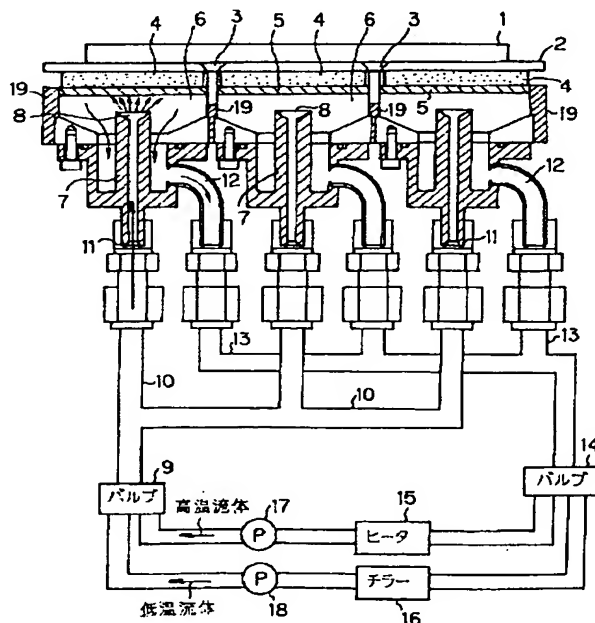
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度制御装置

(57) 【要約】

【課題】 熱交換効率のよい温度制御によってウェハなどの被温度制御対象物を速やかに所望の温度に制御する。

【解決手段】 温度制御対象物を支持する支持プレートと、この支持プレートの下部にその上部壁面が当接するように設けられた流体噴出室と、この流体噴出室の上部内壁面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔を有する流体噴出ノズルと、この流体噴出ノズルに対し所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を前記流体噴出室から排出する流体排出手段とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】温度制御対象物を支持する支持プレートと、
この支持プレートの前記温度制御対象物を支持する面と反対側の面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔と、
これら複数の流体噴出孔に所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、
前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を排出する流体排出手段と、
を備えるようにしたことを特徴とする温度制御装置。

【請求項2】温度制御対象物を支持する支持プレートと、
この支持プレートの下部にその上部壁面が当接するように設けられた流体噴出室と、
この流体噴出室の上部内壁面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔と、
この流体噴出孔に対して所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、
前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を前記流体噴出室から排出する流体排出手段と、を備えるようにしたことを特徴とする温度制御装置。

【請求項3】前記支持プレートは、
温度制御対象物を支持して前記温度制御対象物に対して放熱および吸熱をおこなう放熱プレート部材と、
この放熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面との間に配設されて、前記放熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面との間で熱の運搬を行う熱運搬手段と、
を具える請求項2記載の温度制御装置。

【請求項4】前記熱運搬手段は熱電素子であることを特徴とする請求項3記載の温度制御装置。

【請求項5】前記放熱プレート部材はヒートパネルである請求項3記載の温度制御装置。

【請求項6】前記熱運搬手段はヒートパネルと熱電素子が積層されたものである請求項3記載の温度制御装置。

【請求項7】前記支持プレートはヒートパネルである請求項2記載の温度制御装置。

【請求項8】前記熱運搬手段は複数の並設された熱電素子であり、
前記流体噴出室は、これら複数の並設された熱電素子に対応して複数の室に画成され、これら画成された複数の流体噴出室毎に、1または複数の流体噴出孔を有する流体噴出ノズルを少なくとも1つ具える請求項2記載の温度制御装置。

【請求項9】前記流体噴出孔は前記流体供給手段の流体供給路の先端部に設けられた流体噴出ノズルに形成され、この流体噴出ノズルは、旋回流を流体噴出室の上部内壁面に対して噴出する旋回流ノズルであることを特徴

とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項10】前記流体噴出室は密閉室であることを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項11】前記流体噴出室は開放室であることを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項12】前記流体噴出孔は前記流体供給手段の流体供給路の先端部に設けられた流体噴出ノズルに形成され、この流体噴出ノズルは流体供給手段から供給された流体を一旦蓄積するたまり部を有する請求項2記載の温度制御装置。

【請求項13】前記複数の流体噴出孔は、各噴出孔から噴出された流体が少なくとも隣接した流体噴出孔からの噴出流体と一部が重なるように、近接して配置されている請求項2記載の温度制御装置。

【請求項14】少なくとも前記温度制御対象物および前記支持プレートを収容する温度制御室と、

この温度制御室内の前記温度制御対象物の上方に設けられて、前記温度制御対象物に対してガスを噴出する複数のガス噴出孔と、

このガス噴出孔に対し所定の温度に調整されたガスを供給するガス供給手段と、

前記温度制御室内のガスを排出するガス排出手段と、

を更に備えるようにしたことを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項15】前記温度制御対象物は半導体ウェハであり前記流体供給手段は前記半導体ウェハのベーキング処理用の高温流体および半導体ウェハの冷却処理用の低温流体を切り換えて供給するものであり、

前記ガス供給手段は、前記半導体ウェハのベーキング処理用の高温ガスおよび前記冷却処理用の低温ガスを前記ベーキング処理および冷却処理の何れか一方または両方の処理の際に供給することを特徴とする請求項14記載の温度制御装置。

【請求項16】前記温度制御対象物は半導体ウェハであり前記流体供給手段は前記半導体ウェハのベーキング処理用の高温流体および半導体ウェハの冷却処理用の低温流体を切り換えて供給するものであり、

前記ガス供給手段は前記半導体ウェハのベーキング処理用の高温ガスおよび前記冷却処理用の低温ガスを切り換えて供給するものであって、

前記流体供給手段およびガス供給手段から高温流体及び高温ガスを夫々供給して行うベーキング処理と、前記流体供給手段およびガス供給手段から低温流体及び低温ガスを夫々供給して行う冷却処理とを交互に行わせる制御手段と、

これらベーキング処理及び冷却処理の際、前記半導体ウェハの温度がレジスト溶媒の蒸発温度に対応する所定の温度より低いときには前記ガス供給手段によるガスの供給を行い、前記半導体ウェハの温度が前記所定の温度を超えたときは前記ガス供給手段によるガスの供給を停止

するガス供給制御手段とを更に備えるようにした請求項14記載の温度制御装置。

【請求項17】前記ガス供給制御手段は、半導体ウェハの温度が前記所定の温度を超えたときに、前記温度制御室内を真空にする制御を行う請求項16記載の温度制御装置。

【請求項18】前記流体供給手段は所定の温度の液体を供給するものであり、

前記流体噴出孔は前記流体供給手段の流体供給路の先端部に設けられた流体噴出ノズルに形成され、この流体噴出ノズルは1または複数の噴出孔を有するミストノズルであり、

前記流体供給手段によって供給される液体に気体を混入する気体混入手段を更に具え、

前記ミストノズルの噴出孔からミスト状の液体を噴出するようにしたことを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項19】前記支持プレートは、温度制御対象物を支持して前記温度制御対象物に対して放熱および吸熱をおこなう放吸熱プレート部材と、この放吸熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面の間に配設されて、前記放吸熱プレート部材と前記流体噴出室の上部壁面との間で熱の運搬を行うとともに、前記放吸熱プレート部材を介して前記温度制御対象物を加熱するヒータ手段とを有することを特徴とする請求項2記載の温度制御装置。

【請求項20】前記流体供給手段は、前記流体噴出孔に対し前記温度制御対象物を冷却するための所定の温度に調整された低温流体または前記温度制御対象物を加熱するための所定の温度に調整された高温流体を供給する請求項19記載の温度制御装置。

【請求項21】前記流体供給手段は、温度の異なる複数の流体を各別に供給する複数の流体供給路と、

これら複数の流体供給路の流体を切り換えて前記流体噴出孔に供給する流体切替え手段と、

を有する請求項2記載の温度制御装置。

【請求項22】前記流体供給手段は温度の異なる複数の流体を各別に供給する複数の流体供給路を有し、前記流体噴出孔は、これら複数の流体供給路に対応して各別に設けられる請求項2記載の温度制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ウェハなどの温度制御対象物を温度制御する温度制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】半導体製造工程には、ウェハに塗布したレジスト膜に残存する溶剤を取り除くための加熱工程（プリベーク）や、エッチング前にレジストと基板との密着を容易にするた

めの加熱工程（ポストベーク）や、加熱したウェハを室温レベルに冷却するクーリング工程などが含まれており、これらの工程の際にウェハをより効率よくかつ高精度に温度制御することがスループットを上げる上で重要であり、従来より各種の温度制御が採用されている。

【0003】この種の従来技術として、特開昭62-45121号公報がある。この従来技術は、ウェハを所定のパターンにマスクするフォトレジストを除去するフォトレジスト除去装置に採用されるもので、ウェハを載置するサセプタの下にヒータを装着してウェハを加熱可能にすると共に、これらウェハの上方に紫外線ランプが配設する。さらに、紫外線ランプの上方に、多数の酸素ガス噴出孔が形成された回転可能なディスページョンヘッドを設け、酸素ガスをウェハの上方からシャワー状に供給する。

【0004】すなわち、この従来技術では、シャワー状に供給した酸素ガスを紫外線ランプによって励起してオゾンが発生させ、このオゾンガスによってウェハ表面のフォトレジストをウェハの表面から離脱させ、排気ノズルを通じて外部に排気するようにしている。

【0005】しかし、この従来技術では、ウェハの温度制御はウェハ載置台（サセプタ）に設けたヒータのみによってしか行っていないために、ウェハ温度を冷却する際には、自然放熱に頼るしかなく、ウェハを所定の温度に制御するためには、精度及び速度的に問題がある。

【0006】また、他の従来技術として、特開昭62-169330号公報に示されるものがある。この従来技術は、半導体露光装置において、ウェハ上にフォトマスクパターンを転写するに当たってのウェハまたはマスクの温度制御に関するもので、ウェハ支持台（ウェハチャック）の下部に画成した室にヒータおよび温度検出のための白金温度抵抗体を設けるとともに、上記ウェハ支持台の下部に画成した室に冷却用エアを循環させるようにしている。この従来構成によれば、加熱はヒータによって行い、冷却は冷却エアを流す事によって行うようにしており、余熱をもつヒータ及びウェハ支持台の両方から冷却エアによって冷却する事ができる。

【0007】しかし、この従来技術では、冷却処理をウェハ支持台の下部に画成した室に冷却用エアを循環させることによって行い、加熱処理はヒータによって行うようにしているので、加熱冷却共に熱交換効率が悪く、ウェハを所定の温度に達するまでに時間がかかるという問題がある。

【0008】また、他の従来技術として、特開平5-21308号公報に示されたものがある。この従来技術はX線露光装置におけるウェハ温度制御装置に関するもので、ウェハ支持台（吸着ブロック）の下に複数のペルチェ素子、ヒートパイプ、冷却ブロックを順次積層し、ヒートパイプによって熱の拡散を速やかに行い、ペルチェ素子によって温度制御を行うようにしている。

【0009】しかしこの従来技術では、基本的にはペルチェ素子による温度制御であるため、制御可能な温度範囲に限りがあり、また熱交換効率も悪いため、制御する温度範囲が広い場合に、ウェハを所望の温度に達するまでに時間がかかるという問題がある。

【0010】この発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、熱交換効率のよい温度制御によってウェハなどの被温度制御対象物を速やかに所望の温度に制御する温度制御装置を提供することを目的とする。

【0011】また、この発明は、広い温度範囲の中で複数の異なる温度制御の目標値があつてこれら複数の異なる目標値間を周期的に移動させるような温度制御において、被温度制御対象物を速やかに前記複数の目標値に制御することができる温度制御装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段及び作用効果】この発明では、温度制御対象物を支持する支持プレートと、この支持プレートの下部にその上部壁面が当接するように設けられた流体噴出室と、この流体噴出室の上部内壁面に対して流体を噴出する複数の流体噴出孔と、この流体噴出孔に対し所定の温度に調整された流体を供給する流体供給手段と、前記複数の流体噴出孔から噴出された流体を前記流体噴出室から排出する流体排出手段とを備えるようにしたことを特徴とする。

【0013】係る発明によれば、温度制御対象物を支持する支持プレートの下部に配した流体噴出室の上部内壁面に対して所定の温度に調整された流体を噴出するようにして、温度制御対象物を温度制御するようにしている。すなわち、前記支持プレートを介して温度制御対象物と前記流体噴出室の上部壁面との間で熱交換を行うことで、温度制御対象物を温度制御するようにしている。

【0014】したがってこの発明によれば、従来に比べ熱交換効率を上げる事ができ、温度制御対象物を速やかに所望の温度に制御することができるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施例を添付図面に従って詳細に説明する。

【0016】半導体製造工程において、レジスト膜は、通常次のようなプロセスを経て成膜される。

- 【0017】(1)ウェハ洗浄
- (2)レジストコーティング
- (3)プリベーク+クーリング
- (4)露光
- (5)現像
- (6)リンス
- (7)ポストベーク+クーリング
- (8)エッチング

ここで、上記プリベーク工程では、ベーキング温度は $110^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ に設定され（プロセスによって異

なる）、またこのプリベーク工程の次に行われるクーリング工程ではその目標温度は例えば 20°C 程度の室温温度に設定される。

【0018】また、上記ポストベーク工程では、ベーキング温度は $120^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ に設定され（プロセスによって異なる）、またこのポストベーク工程の次に行われるクーリング工程ではその目標温度は例えば 20°C 程度の室温温度に設定される。

【0019】上記プリベーク工程の次工程は露光であり、また上記ポストベーク工程の次工程はエッチングであるので、これらの工程にすぐに移行できるようにするためには、ウェハの温度分布にかなり厳しい条件が要求される。

【0020】以下に示す実施例の温度制御装置は、上記プリベーク+クーリング工程またはポストベーク+クーリング工程に用いられるもので、最初にウェハを高温に加熱し（ベーキング工程）、その後このウェハを室温程度まで冷却する（クーリング工程）というサイクルをウェハ単位に数10秒間隔で繰り返す。すなわち、この場合は、加熱の際の目標温度と冷却の際の目標温度という2つの目標温度をもっており、加熱冷却が交互に繰り返されることになる。

【0021】〔第1実施例〕図1～図3にこの発明の第1実施例を示す。

【0022】図1において、ウェハ1は、放吸熱プレート2を挿通した複数のピン3（この場合4本、図2参照）によって支持されている。各ピン3は、プレート2の上面から例えば 0.1mm 程度突出しており、ウェハ1とプレート2との間には極く僅かの隙間が形成されている。なお、図2は、図1のウェハ1を省略してプレート2を上方から見た平面図である。

【0023】放吸熱プレート2は熱伝導率の高い材質（アルミニウムや銅）で構成されており、ウェハ1との熱交換がウェハ1の全面に亘って均一に行われるために設けられている。放吸熱プレート2としてヒートパネルを用いるようにしてもよい。

【0024】プレート2と基台5との間には、複数の（この場合図2に示すように9個）ペルチェ素子（熱電素子）4が接合されている。ペルチェ素子4は、周知のように、多数のP型半導体ピースとN型半導体ピースとを2次元平面上に交互に配列するとともに、これらP型半導体ピースとN型半導体ピースとを多数の平面電極を用いて電気的に接続したもので、このペルチェ素子4に直流電流を供給すると、ペルチェ効果が生じて一方の面で吸熱を行い他方の面で放熱を行うように動作する。

【0025】すなわち、これらのペルチェ素子4は、基台5と放吸熱プレート2との間で熱の運搬を行うと共に、微妙な温度制御を行うために設けられている。

【0026】基台5もプレート2と同様、熱伝導率の高い材質（アルミニウムや銅）で構成されている。この基

台1のペルチェ素子4が接合されていない部位にウェハ1を支持する複数のピン3が螺着されている。

【0027】基台5の下は、複数の(9個)ペルチェ素子に対応して複数の(9個)の流体噴出室6に画成されており、各流体噴出室6の中央には、流体噴出7に接続された流体噴出ノズル8が配置されている。すなわち、ペルチェ素子4が配置されていない基台5の領域E(図2参照)は、直接熱交換には寄与しないので、この場合には、複数のペルチェ素子に対応して流体噴出室を仕切り、基台5のこれらの領域には流体を接触させないようにしている。

【0028】流体噴出管7には、切替えバルブ9、供給路10、絞り11を介して高温流体と低温流体とが供給されるようになっており、絞り11によって流体噴出管7での流速が速くなるようになっている。

【0029】流体噴出ノズル8には、図3に示すように、多数の小さな噴出孔が形成されており、シャワー状の高速流体を流体噴出室6の天井を構成する基台5の下面に対し放射状に噴出する。

【0030】流体噴出室6は、じょうごのように、その断面は上から下に向かって徐々に断面積が小さくなるように形成されており、その最下部には流体戻り管12が接続されている。流体戻り管12は、排出路13を介して切替えバルブ14に接続されており、切替えバルブ14の切替えによって高温流体はヒータ15に供給されて再加熱されるとともに、低温流体はチラー16に供給されて再冷却が行われるようになっている。ヒータ15およびチラー16とバルブ9の間には、ポンプ17および18がそれぞれ接続されており、再加熱/再冷却した流体が再度バルブ9に循環されるようになっている。

【0031】ここで、この第1の実施例では各流体噴出室6は密閉されている。したがって、この場合には流体が充填された流体噴出室6に対して噴出ノズル8からジェット流が噴出することによって流体噴出室6に図1の矢印で示すような強制対流を発生させ、該強制対流によって基台5の下面を加熱または冷却するようにしている。

【0032】なお、上記構成において、各流体噴出室6を画成するための側壁部は19は、熱伝導率の悪い材質で構成し、噴出流体の熱が基台5を介してペルチェ素子4に効率よく伝達されるようにしている。

【0033】高温流体としては、その目標温度に応じて、フロリナート(登録商標)、エチレングリコール、オイル、水などの液体、さらには窒素、空気、ヘリウム等の気体が適宜選択して使用される。

【0034】低温流体としては、フロリナート、エチレングリコール、水、オイルなどの液体、空気、窒素、ヘリウム等の気体を使用される。

【0035】かかる構成において、ウェハの温度を120°Cと20°Cに数10秒間隔で交互に温度制御する

場合の動作について説明する。すなわち、ウェハの温度を120°Cにして行うベーキング工程と、ウェハの温度を20°Cに冷却するクーリング工程とを交互に実行する。

【0036】まず、レジストが塗布されたウェハ1が搬入されてピン3上に載置される。この段階で、ヒータ15によって高温流体が120°C近傍の温度に調整されており、該高温流体をポンプ17によってバルブ9、供給路10、絞り11を介して流体噴出管7に導入する、流体噴出管7内の高温流体は、絞り11を通過することによりその流速が速められ、さらに流体噴出ノズル8の多数の噴出孔を介することによりジェット状になって流体が充填された流体噴出室6に噴出される。該噴出された高温流体は、流体噴出室6の天井を構成する基台5の下面に衝突される。この流体の衝突によって基台5の下面の熱伝達係数が上がることになり、基台5のペルチェ素子4に接する上面を高速に高温流体の温度に近づけることができる。そして、基台5に伝達された熱は、ペルチェ素子4およびプレート2を介してウェハ1に伝達される。

【0037】この場合、微妙な温度制御はペルチェ素子を駆動制御して実行する。すなわち、基台5またはプレート2の温度を図示しないセンサによって検出し、該検出温度に基づいてペルチェ素子を駆動制御することにより、ウェハ1の温度を目標温度120°Cに制御する。

【0038】なお、流体噴出室6においては、高温流体が満たされているために、流体噴出ノズル8を介して噴出された高温流体の量分の流体が流体戻り管12を介して排出路に13に排出される。

【0039】このようにして、ウェハ温度を120°Cまで加熱して行われるベーキング工程が終了すると、今度はウェハ温度を20°Cまで冷却するクーリング工程を実行する。

【0040】まず、バルブ9を低温流体側に切替え、チラー16から20°C近傍の温度の低温流体を前記同様に、流体噴出管7に供給する。流体噴出管7に供給された低温流体は、流体噴出ノズル8を介してジェット状になって噴出され、前記同様の作用によって基台5の下面を速やかに20°C近くに冷却する。すなわち、この場合は、ウェハ1の熱がプレート2、ペルチェ素子4、基台5を介して放熱されることにより、ウェハ1が冷却される。この冷却の際にも、微妙な温度制御はペルチェ素子を駆動制御して実行する。すなわち、基台5またはプレート2の温度を前記同様図示しないセンサによって検出し、該検出温度に基づいてペルチェ素子を駆動制御することにより、ウェハ1の温度を目標温度20°Cに制御する。

【0041】以上のようにして、ウェハ1のクーリング工程が終了すると、ウェハは装置の外に搬出され、代わりにレジストが塗布された新たなウェハが搬入され、前

記同様に加熱、冷却される。

【0042】かかる構成によれば、流体噴出ノズル8から噴出された流体は、基台5の下面に接触して熱を吸収或いは放熱して即座に新しい流体と入れ替わるようにして熱交換が行われるので、基台5の下面には常に所望の温度に近い温度の流体が供給されることになり、この結果ウェハ1を高速に所望の温度に温度制御することができるようになる。

【0043】また、上記実施例によれば、噴出流体によって基台5の温度を目標温度近くまで加熱又は冷却した状態で該基台5に当接するペルチェ素子4によって温度調整を行うようにしたので、ペルチェ素子の機能を有効に使用することができ、その熱応答性は極めて高いものとなる。すなわち、ペルチェ素子には、高温側と低温側の接合部の温度差が小さいほうが吸熱量が大きいという性質があるので、上記噴出流体によって基台5の温度を目標温度近くまで加熱又は冷却することで、ペルチェ素子の接合部の温度差を小さくし、これにより熱応答性よくペルチェ素子による温度制御を行うようにしているのである。

【0044】なお、図1の切替えバルブ9によって流体を切替える際、流体が供給路10を通過する時間による遅れ分を考慮して、図4に示すように、工程開始の時点より早めに切替えバルブ9を切り換えるようにすれば、ウェハ1をより高速に所望の温度に加熱冷却することが可能になる。

【0045】すなわち、ベーキング工程開始の所定時間t1前にバルブ9を切り換えて供給流体を高温流体から低温流体に切り換えるとともに、クーリング工程開始の所定時間t2前にバルブ9を切り換えて供給流体を低温流体から高温流体に切り換えるようにする。

【0046】なお、この第1の実施例において、流体噴出室6の仕切りを無くして1つの流体噴出室とし、流体戻り管12および排出路13を1つにしてもよい。さらに、流体噴出管7も1つにして、噴出ノズル8を基台5の下面全体をカバーできる大面積として、ジェット流を噴出させるようにしてもよい。

【0047】また、噴出ノズル8として、図5(a)に示すような竜巻型の旋回流を発生させる旋回流ノズル20を用いるようにしてもよい。

【0048】この旋回流ノズル20は、ノズル先端に円錐状のくぼみ21を有し、その斜面に4つの孔22が形成されており、これらの孔はノズルの円錐部の壁面の厚みを利用して、図5(b)(c)に示すように、流体が円錐部の周面に沿って噴出されるように空けられている。これらの孔22から噴出された流体は、円錐部の周面に沿う方向の速度成分と上方への速度成分を有しているために、竜巻状の旋回流となって噴出されることになる。

【0049】かかる旋回流ノズル20によれば、上方方向への速度成分の他に旋回方向の速度成分を持っている

ために、殆ど上方への速度成分しか持たない図1の実施例のノズルに比べ、流体噴出室6の側面および天井部に長時間接することになり、熱交換効率を上昇させることができる。

【0050】なお、この旋回流ノズルは、図1に示す実施例のように、各流体噴出室別に設けるようにしてもよいが、流体噴出室の仕切りを無くして1つの流体噴出管で流体を供給するようにした場合にも採用することができる。この場合は、旋回流ノズルを基台5の下面全体をカバーできる大面積として、円錐部21の周面に沿って旋回流が発生するように多数の孔を形成するようにすればよい。この場合は、基台5の下側で1つの大きな旋回流が形成されることになる。

【0051】また、上記実施例では、基台5からプレート2への熱エネルギーの運搬を行う熱エネルギー運搬手段として、ペルチェ素子を用いるようにしたが、このペルチェ素子の代わりに多数のヒートパイプが併設されたヒートパネルを用いるようにしてもよい。さらに、上記熱エネルギー運搬手段としてヒートパネルおよびペルチェ素子の両方を用いるようにしてもよい。この際、ヒートパネルとペルチェ素子の上下関係は任意である。

【0052】また、ウェハ支持プレート2およびペルチェ素子4の代わりにヒートパネルを用いるようにすれば、コンパクトな構成で均一に熱を伝えることができる。

【0053】〔第2実施例〕図6にこの発明の第2の実施例を示す。

【0054】この第2の実施例では、流体噴出室30を密閉するのではなく、流体噴出室30を開口部31によって開放するとともに、流体噴出室30の上方に多孔板32を配設して噴出された流体の乱流効果を向上させるようにしている。

【0055】また、この第2実施例では、流体噴出室30は各ペルチェ素子毎に画成するのではなく、仕切りを無くして1つの流体噴出室とし、流体戻り管12を1つにするようにしている。

【0056】また、この場合、流体供給路10を介して供給された流体は、たまり部34で一旦貯められた後、流体噴出室30の天井部の全面をカバーするように配置された複数の噴出ノズル35を介して噴出される。各噴出ノズル35は、図7に示すように、多数の孔36が形成されており、これらの孔36を介して流体をシャワー状に噴出する。なお、噴出ノズル35の径を小さくし、これら多数の噴出ノズルにそれぞれ1つの噴出孔を形成するようにしてもよい。

【0057】かかる第2の実施例によれば、流体噴出室30が開口部31によって開放されているために、複数のノズル35から噴出された流体は、先の第1の実施例とか異なり、空間を通って流体噴出室30の天井を構成する上部内壁面5に衝突されることになるので、先の第

1の実施例に比べ噴出流の流速が増すと共に、流体噴出室の天井には常に新しい流体のみが衝突することになり、熱交換が速やかに行われる。したがって、この実施例は流体の温度を頻繁に切り換えてウェハの温度を制御する際に、特に有効である。

【0058】また、第2の実施例のように流体噴出室30を解放した場合、高温流体を噴出した場合の噴出室30の内壁面の熱膨張を吸収することができるので、放熱プレート2の平坦度が保たれ、ウェハ1を均一に加熱することができる。

【0059】また、この実施例の場合、流体の供給を止めると、直ちに流体と上部内壁面5との熱的コンタクトが切れるので、その熱応答性は極めて高い。

【0060】流体噴出室30の天井に衝突された流体は、流体噴出室30の室下部に流下して流体戻り管12を介して室外に排出される。流体噴出室30の底面は傾斜が付けられ、自然に流体戻り管12に流体が流れ落ちるようになっている。

【0061】この場合、流体は、たまり部34で一旦貯められた後複数のノズル35を介して噴出されるようになっているので、流体噴出室30の天井全面に亘ってより均一な流速で衝突されることになり、流体噴出室30の天井部の温度均一性の面でも有利である。

【0062】なお、たまり部34の厚さは、できるだけ薄くしてその熱容量を小さくするようにしたほうが望ましい。すなわち、たまり部34を薄くすれば、当然その容積も小さくなり、流体を高温流体と低温流体に切り換える際に先に貯められていた流体の温度の悪影響が少なくて済むからである。なお、この場合、薄くしたたまり部を支えるために、柱などの補強部材を設けるようにしてもよい。

【0063】また、複数のノズル35の間隔を近接させるようにすれば、1つのノズルから噴出される末広がりのジェット流とこれに隣接したノズルから噴出されるジェット流が重なるようになり、流体噴出室30の天井部の温度均一性の面で更に有利である。すなわち、ノズル35から噴出された流体は、山型の流速空間分布をもつために、山のすそ部を重複させることで、その流速分布を流体噴出室30の天井全面に亘って均一にするのである。

【0064】なお、この第2の実施例のように、流体噴出室30を開放する技術を先の第1の実施例に適用するようにしてもよい。この場合、ペルチェ素子単位に画成された各流体噴出室6毎に開口部を設けるようにすればよい。

【0065】また、この第2の実施例において、熱殿素子の代わりにヒータを設けるようにしてもよい。

【0066】〔第3実施例〕図8にこの発明の第3実施例を示す。図8(b)は図8(a)のA-A断面を示すものである。

【0067】上記第1及び第2の実施例では、流体噴出ノズル8、35は高温流体用及び低温流体用に共用するようにしたが、この第3の実施例では、高温流体用の噴出ノズルと低温流体用の噴出ノズルを各別に設けるようにする。すなわち、流体供給路と排出路を高温用と低温用とに別個に設けている。

【0068】すなわちこの第3実施例では、多数の高温流体用の噴出ノズル40が形成された高温流体供給管41と、多数の低温流体用の噴出ノズル42が形成された低温流体供給管43とを楕円形に形成し、これらを噛み合うように配置するようにしている。

【0069】高温流体は、バルブ44を介して高温流体供給管41に供給されて噴出ノズル40から噴出される。この際、バルブ100は開かれ、バルブ101は閉じられている。噴出された高温流体は、流体噴出室46の上部内壁面に衝突したした後、バルブ100、排出管47を介して排出される。

【0070】低温流体は、バルブ45を介して低温流体供給管43に供給されて噴出ノズル42から噴出される。この際、バルブ100は閉じられ、バルブ101は開かれている。噴出された低温流体は、流体噴出室46の上部内壁面に衝突したした後、バルブ101、排出管48を介して排出される。

【0071】この場合、流体噴出室は第1の実施例のように密閉するようにしてもよく、あるいは第2の実施例のように開放するようにしてもよい。

【0072】このように、この第3実施例では、流体噴出室46に対する高温流体用の噴出経路と低温流体用の噴出経路を別置き、一方の流体の供給を行っている際には他方の流体の供給を停止させるようにしたので、高温流体供給経路と低温流体供給経路間で余計な熱の授受がなくなり、より高速且つ効率のよいウェハの温度制御をなし得る。また、流体排出経路も高温用と低温用とを別個に設けるようにしたので、さらに高速且つ効率のよいウェハの温度制御をなし得る。

【0073】〔第4実施例〕図9にこの発明の第4実施例を示す。

【0074】この第4実施例では、加熱は流体を用いることなくヒータ50のみによって行い、冷却のみを低温流体を用いて行うようにしている。

【0075】すなわち、図9に示すように、ウェハ1の下プレート2の下にヒータ50を配設し、ヒータ50の下流体噴出室51の天井部を構成する上部内壁面52には、低温流体のみを噴出するようにする。流体噴出室51の構造は、先の第1実施例のように密閉するようにしてもよく、また第2の実施例のように開放するようにしてもよい。また、流体噴出室51を仕切る／仕切らない構成も任意である。

【0076】すなわち、図9の実施例によれば、ウェハ1を加熱する際には、ヒータ50のみを用いてプレート

2の表面温度を目標温度に制御する。

【0077】また、ウェハ1を冷却する際には、供給する低温流体の温度を目標温度より少し低い温度に調整し（例えば目標温度が20°Cのときにはこれより若干低い温度例えば15°Cに調整する）、この低温流体を流体噴出室51の上部内壁面52に向かって噴出させる。すなわち、目標温度より少し低めの低温流体を流体噴出室51の上部内壁面52に噴出するようにすれば、流体噴出室51の上部内壁面52は過冷却ぎみになるので、この過冷却分をヒータ50の発熱によって相殺して、目標温度になるように制御するのである。

【0078】上記ヒータ50としては、ペルチェ素子を用いるようにしてよいが、電気ヒータを用いてもよい。また、放吸熱プレート2としては、熱伝達率良いアルミニウム等で構成してもいいし、ヒートパイプのような熱拡散性を高いものを用いるようにしても良い。

【0079】なお、ウェハの加熱の際に流体噴出室51に高温流体を供給して、高温流体とヒータ50によって加熱制御を行うようにしてもよい。

【0080】[第5実施例]図10にこの発明の第5実施例を示す。

【0081】この第5実施例では、先の各実施例のように、流体噴出室の上部内壁面に高温流体及び低温流体を噴射してウェハの加熱冷却処理を行う第1の構成に対し、高温ガスおよび低温ガスを上部からウェハに吹き付ける第2の構成を付加するようにして、ウェハの加熱冷却処理を補助加速するようにしている。

【0082】図10においては、上記第1の構成として第1の実施例の構成を採用しており、重複する説明は省略する。

【0083】図10において、第1の実施例の温度制御装置はウェハ1とともに温度制御室60内に収容されている。ウェハ1の上方にはガス供給ノズル61が設けられ、このガス供給ノズル61から切替えバルブ62を介して供給された高温ガスまたは低温ガスを噴出する。また、温度制御室60内のガスは排気孔63を介して排気される。排気管路にはバルブ64が設けられ、該バルブ64の切替えによって通常の排気通路65と真空ポンプ66側の排気通路とを切り換える。

【0084】かかる図10の実施例を用いてベーキング工程及びクーリング工程を実行する際には、図11に示すような温度制御を実行する。

【0085】すなわち、ベーキング工程の際には、ヒータ15から高温流体を流体噴出管7に導入してこの高温流体を噴出ノズル8を介して基台5の下面に噴出するとともに、高温ガスをバルブ62を介してガス供給ノズル61から噴出する。

【0086】また、クーリング工程の際には、バルブ9を低温流体側に切替えてチラー16からの低温流体を流体噴出管7に導入して低温流体を噴出ノズル8を介して

基台5の下面に噴出するとともに、低温ガスをバルブ62を介してガス供給ノズル61から噴出する。

【0087】このようにウェハ1の下面および上方からの温度伝達によってウェハ1の温度は上昇、下降するが、ウェハ1の温度が所定の温度以上になるとレジスト溶媒の蒸発温度域に入るために、この温度域ではウェハ表面の温度ばらつきをできるだけ小さくする必要がある。

【0088】そこで、この実施例では、加熱および冷却工程中において、ウェハ温度がレジスト溶媒の蒸発温度以上になっている領域では、ガス供給ノズル61からの高温ガスおよび低温ガスの噴出を停止させるようにしている。

【0089】さらに、より厳しい条件が要求される場合には、前記ガス停止の際に、真空ポンプ66を用いて温度制御室60内を真空にするようにして、温度分布制御の外乱を無くするようにしてもよい。

【0090】なお、この実施例において、ガス供給ノズル61からの噴出ガスは、加熱の際のみまたは冷却の際のみに用いるようにしてもよい。

【0091】[第6実施例]図12にこの発明の第6実施例を示す。

【0092】この第6実施例では、気体が混合された液体をミスト状にして流体噴出室の上部内壁面に噴出するようにしている。

【0093】図12において、高温液体は高温液体供給路70を介して複数の高温用ミストノズル71に供給されている。また、N₂あるいはHeなどの高温ガスが高温気体供給源72から供給され、ポンプ73によって高温液体供給路70の途中で高温液体に混合されるようになっている。

【0094】また、低温液体は低温液体供給路74を介して複数の低温用ミストノズル75に供給されている。一方、空気あるいはN₂などの低温ガスが低温気体供給源76から供給され、ポンプ77によって低温液体供給路74の途中で低温液体に混合されるようになっている。

【0095】流体噴出室78の上には、ペルチェ素子、電気ヒータなどのヒータ50、放吸熱プレート2、ウェハ1が積層されている。

【0096】流体噴出室78の天井面のヒータ50が置かれている領域79は熱伝達率のよいアルミニウム等の材料で構成されているが、それ以外の領域80は熱伝達率の悪い材料で構成するようにしている。

【0097】流体噴出室78のミストノズル71、75の上方には、多孔板33が設けられ、乱流効果をさらに向上させるようにしている。

【0098】すなわち、この実施例では、ミスト状流体を流体噴出室78の上部内壁面79に噴出することで、乱流効果を得て伝熱能力を向上させるとともに、たまり

部が無くても流体を流体噴出室78の上部内壁面79に均一に当てることができるようにしている。

【0099】なお、この実施例において、上部内壁面79に凹凸等を設ける、突起設ける、削るなどして内壁面79の表面を荒らすことによって乱流効果をさらに高めるようにしてもよい。

【0100】また、噴出したミスト状流体が上部内壁面79と熱の授受を行って後流下してノズル71、75の熱を奪わないように、ノズル71、79の噴出孔除いた領域にプロテクタをかぶせるようにしてもよい。

【0101】〔変形例〕なお、上記各実施例で用いた各種の制御構成はその実施例以外の他の実施例に適用するようにしてもよい。

【0102】また、温度制御において、目標温度が3つ以上複数ある場合は、目標温度に対応する数の異なる温度を有する流体を供給するようにすればよい。

【0103】さらに、この発明は、半導体ウェハ以外の温度制御対象物に対しても適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例を示す図。

【図2】第1実施例の熱電素子などの配置例を示す平面図。

【図3】第1実施例における流体噴出ノズルの平面図。

【図4】第1実施例におけるバルブ切替えタイミングを示す図。

【図5】旋回流ノズルを示す図。

【図6】この発明の第2実施例を示す図。

【図7】第2実施例における流体噴出ノズルの平面図。

【図8】この発明の第3実施例を示す図。

【図9】この発明の第4実施例を示す図。

【図10】この発明の第5実施例を示す図。

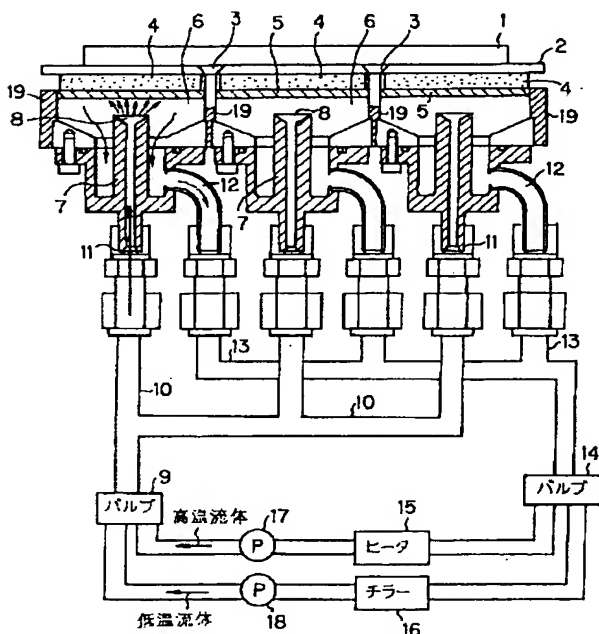
【図11】第5実施例における液体およびガスの供給タイミングを示す図。

【図12】この発明の第6実施例を示す図。

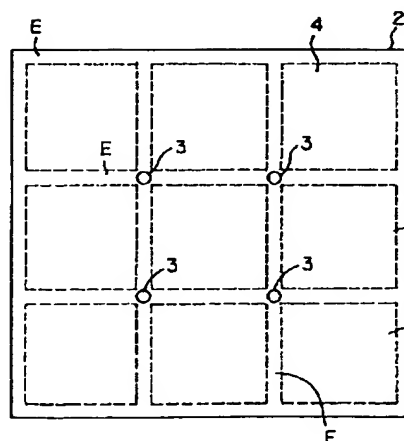
【符号の説明】

1…ウェハ 2…放吸熱プレート 3…ピン 4…熱電素子
5…基台 6, 30, 46, 51, 78…流体噴出室
7…流体噴出管 8, 35, 40, 42, 71, 75…流体噴出ノズル
9, 14, 44, 45, 62, 64…バルブ 10…流体供給路
11…しぼり 12…流体戻り管 13, 47, 48…排出路
15…ヒータ 16…チラー 17, 18, 73, 77…ポンプ
20…旋回流ノズル 21…くぼみ 22…孔 31…開孔部
33…多孔板 34…溜まり部 50…ヒータ
60…温度制御室
61…ガス噴出ノズル 66…真空ポンプ 72…高温気体供給源
76…低温気体供給源

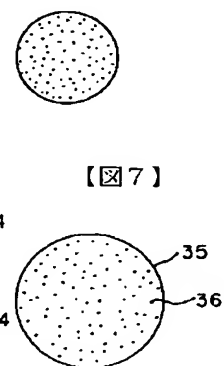
【図1】



【図2】

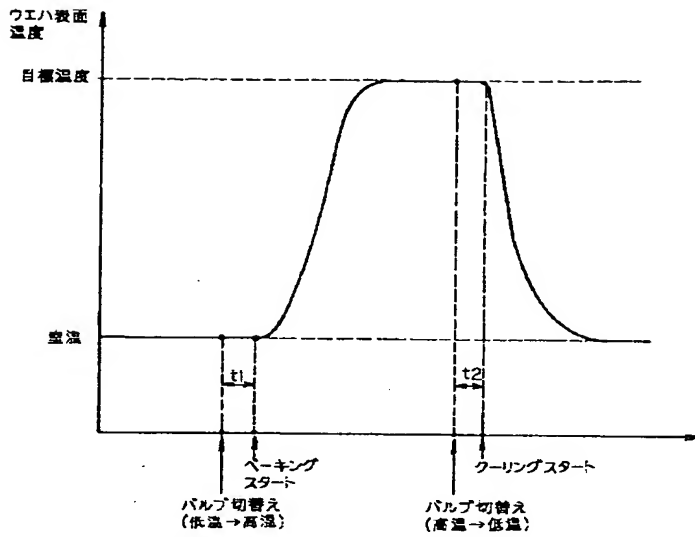


【図3】

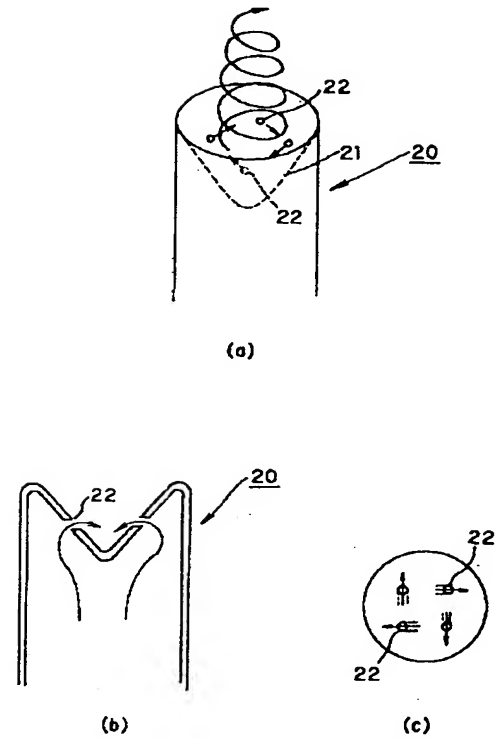


【図7】

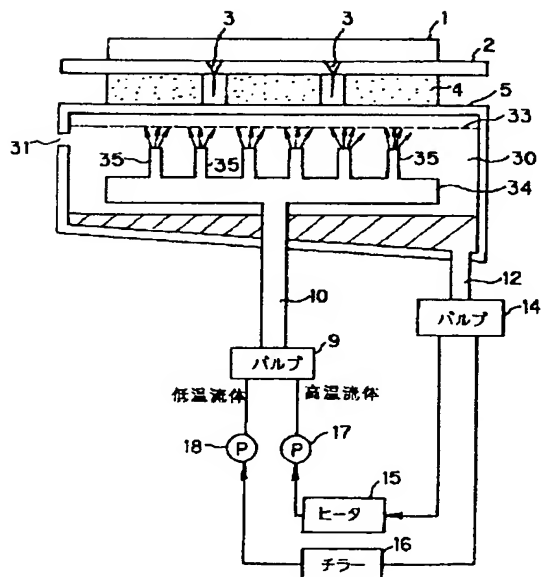
【図4】



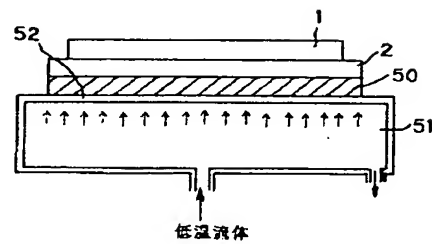
【図5】



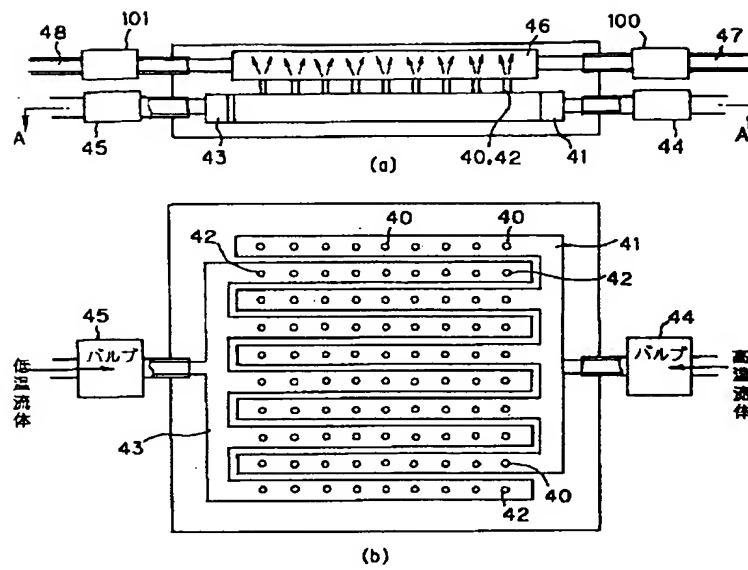
【図6】



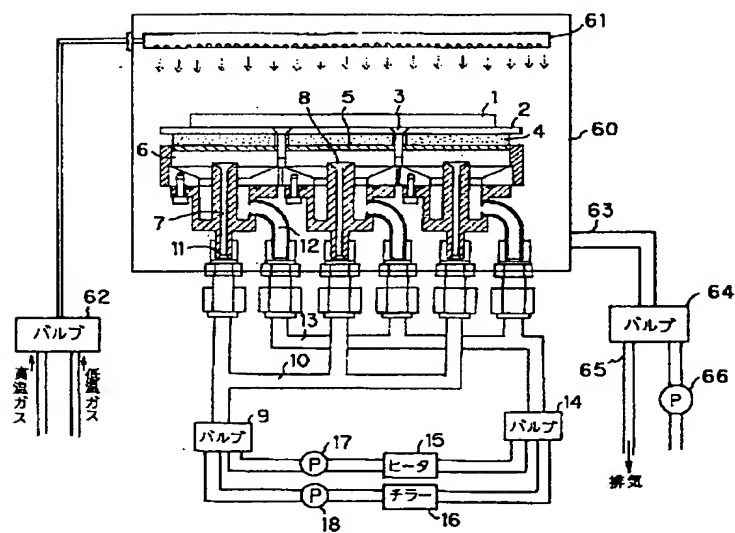
【図9】



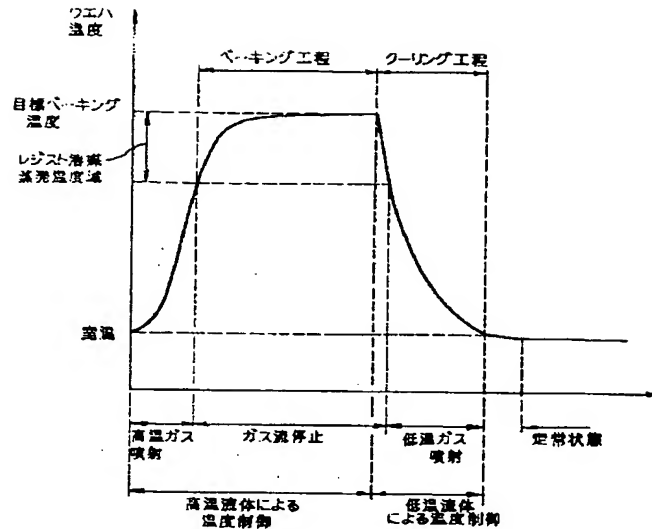
【図8】



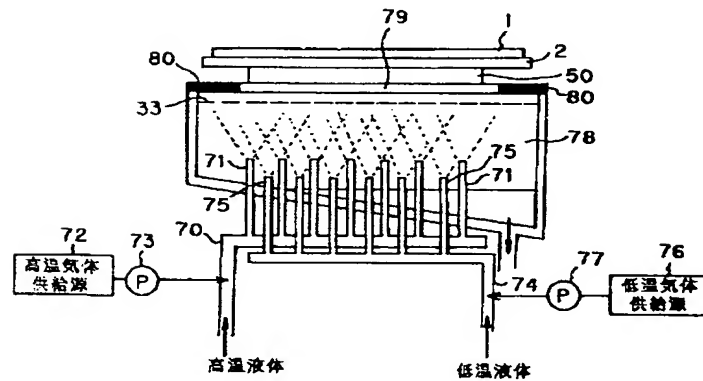
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 徳永 裕之
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製
作所研究所内

(72)発明者 門谷 ▲かん▼一
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製
作所研究所内